



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 38 893.1
②2 Anmeldetag: 24. 10. 84
④3 Offenlegungstag: 24. 4. 86

DE 3438893 A1

⑦1 Anmelder:
Eichmann, Arno, Dipl.-Ing., 6301 Rabenau, DE;
Schnitzer, Valentin, Dipl.-Ing., 6901 Bammental, DE

⑦4 Vertreter:
Olbricht, K., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 3556 Weimar

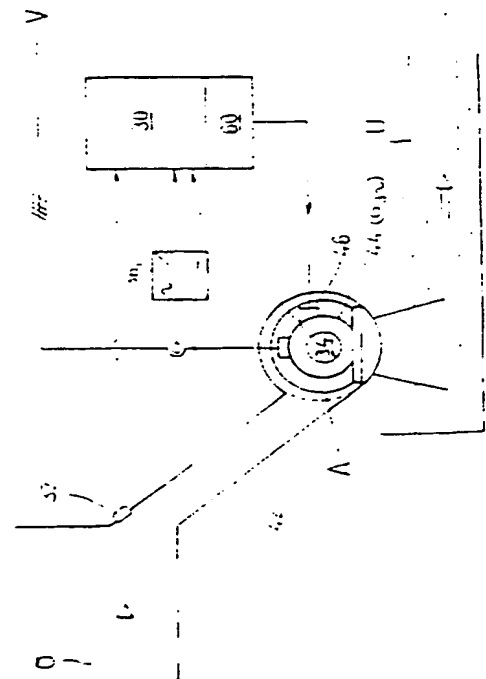
⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Bibliothek
Bur. Ind. Eigendom
17 JUNI 1986

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Stromerzeugungsanlage

Die Erfindung betrifft eine Stromerzeugungsanlage (10) mit einer als Turbine, Pumpe o. dgl. ausgebildeten Antriebsmaschine (A), einem von dieser angetriebenen elektrischen Generator (G_1) und einer Drehzahlregelung derart, daß die Generatorspannung nach Betrag und Frequenz konstant ist. Hierzu ist an Meßeinrichtungen (34, 36, 38) von Antriebsmaschine und Generator ein Mikroprozessor (30) angeschlossen, der zur Drehzahl-Nachführung mit einer Regelanordnung (12) verbunden und mit Einflußgrößen wie Staudruck bzw. Fallhöhe, Turbinen-Kennlinie und Ist-drehzahl, Generator-Momentanleistung usw. beaufschlagbar ist. Die Regelanordnung (12) kann wenigstens ein Heizelement (16) eines Wärmespeichers (14) und einen Wechselrichter (40) mit Gleichstrom-Zwischenkreis (38) aufweisen. Andere Ausführungsformen sehen die Vereinigung von Generator und Regelanordnung in einem Drehstrom-Nebenschlußgenerator (44) mit einem von dem Mikroprozessor (30) gesteuerten Stellmotor (46) und/oder ein stufenlos stellbares Getriebe (48) mit veränderlicher Eingangsdrehzahl (n_1) und konstanter Ausgangsdrehzahl (n_2) vor. Ferner kann ein insbesondere statischer bidirektionaler Frequenzumsetzer (50) an einen zwischen Mikroprozessor und Generator geschalteten Komparator (52) angeschlossen sein.



DE 3438893 A1

22. OKT. 1984
P 449

Ot/Gr

Dipl.-Ing. Arno Eichmann, 6301 Rabenau-Kesselbach
Dipl.-Ing. Valentin Schnitzer, 6901 Bammental

Stromerzeugungsanlage

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Stromerzeugungsanlage (10) mit einer von schwankendem Primärenergie-Dargebot beaufschlagten Antriebsmaschine (A), die als Turbine, Pumpe o.dgl. ausgebildet ist und einen elektrischen Generator ($G_{3\sim}$) antreibt, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Antriebsmaschine (A) rechnergeführt derart drehzahlregelbar ist, daß die vom Generator ($G_{3\sim}$) erzeugte Spannung nach Betrag und Frequenz konstant ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an Meßeinrichtungen (34, 36, 38) von Antriebsmaschine (A) und Generator ($G_{3\sim}$) ein Mikroprozessor (30) angeschlossen ist, der zur Drehzahl-Nachführung mit einer elektrischen oder elektronischen Regelanordnung (12) verbunden ist.
3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (30) mit Meßumformern (32, 34, 36) verbunden und mit Einflußgrößen wie Staudruck bzw. Fallhöhe, Turbinen-Kennlinie und -Istdrehzahl, Generator-Momentanleistung usw. beaufschlagbar ist.

4. Anlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (30) einen Dreipunktregler (60) aufweist.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelanordnung (12) wenigstens ein Heizelement (16) eines Wärmespeichers (14) und einen Wechselrichter (40) mit Gleichstrom-Zwischenkreis (38) aufweist.
6. Anlage nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Generator ($G_{3\sim}$) und Regelanordnung in einem Drehstrom-Nebenschlußgenerator (44) mit Stellmotor (46) vereinigt sind, der von dem Mikroprozessor (30) gesteuert wird.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelanordnung (12) ein stufenlos stellbares Getriebe (48) mit veränderlicher Eingangsdrehzahl (n_1) und konstanter Ausgangsdrehzahl (n_2) aufweist bzw. bildet.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelanordnung (12) einen insbesondere statischen bidirektionalen Frequenzumsetzer (50) aufweist, der an einen zwischen Mikroprozessor (30) und Generator ($G_{3\sim}$) geschalteten Komparator (52) angeschlossen ist.

- 5 -

DIPL.-PHYS. KARL H. OLBRICHT
PATENTANWALT
STAATL. GEPR. ÜBERSETZER

BÜRO / OFFICE: AM WEINBERG 15
D-3556 NIEDERWEIMAR/HESSEN
TELEFON: (06421) 78627 3438893
TELEGRAMME: PATAID MARBURG

22. OKT. 1984

P 449

Ot/Gr

Dipl.-Ing. Arno Eichmann, 6301 Rabenau-Kesselbach
Dipl.-Ing. Valentin Schnitzer, 6901 Bammental

Stromerzeugungsanlage

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine Stromerzeugungsanlage gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Kleinanlagen zur Stromerzeugung sind meist Wind- und Laufwasser-Kraftwerke, bei denen die Energie des fließenden Mediums z.B. durch eine Turbine in eine Drehbewegung umgesetzt und damit ein Generator angetrieben wird. Die Leistung solcher Anlagen ist durch das jeweils vorhandene Druckgefälle und die Durchflußmenge begrenzt. Diese beiden Einflußgrößen unterliegen starken, insbesondere auch jahreszeitlichen Schwankungen, weshalb aufwendige Regelungen notwendig und üblich sind. So kann man bei Wasserturbinen mit nahezu konstantem Wirkungsgrad und gleichbleibender Drehzahl sowie Fallhöhe mittels eines mechanischen Leitapparats die aufgenommene Wassermenge dosieren.

Es sind ferner unregelte Pumpenturbinen im Einsatz, die bei fester Fallhöhe und bestimmter Drehzahl einen Wirkungsgrad aufweisen, der demjenigen geregelter Turbinen vergleichbar ist. Da

es sich um Serienartikel handelt, sind derartige Aggregate erheblich billiger als geregelte Turbinenanlagen, die 10- bis 15mal soviel kosten. Allerdings ist die Anpassung einer unregelmäßig arbeitenden Turbine an ein schwankendes Primärenergie-Dargebot problematisch. Sinkt z.B. das Wasserdargebot ab, so verringert sich bei konstanter Drehzahl die Stauhöhe im Druckrohr der verwendeten Turbine bis auf einen Betrag, bei dem das durch verminderten Druck reduzierte Wasserschluckvermögen (die Durchflußmenge je Zeiteinheit) mit der Zulaufmenge übereinstimmt; damit erreicht die Wirtschaftlichkeit des Turbinenbetriebes ihre Grenze.

Es ist ein wichtiges Ziel der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik mit wirtschaftlichen Mitteln zu überwinden und für unregelmäßig arbeitende Antriebsaggregate eine preiswerte Drehzahlregelung zu schaffen, die eine gute Anpassung an veränderliche Primärenergie-Verhältnisse, d.h. an ein variables Wind- bzw. Wasserdargebot, bei gleichzeitiger Optimierung des Wirkungsgrades ermöglicht. Speziell soll die Antriebsmaschine mit gutem Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Drehzahlen arbeiten können, um mit einem von ihr angetriebenen Generator technischen Wechsel- bzw. Drehstrom von konstanter Frequenz und konstanter Spannung zu liefern.

Der Grundgedanke der Erfindung ist im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 8.

Die Erfindung sieht eine Regelung derart vor, daß die Antriebsmaschine zum Zwecke der Optimierung ihres Wirkungsgrades mit unterschiedlichen Drehzahlen arbeiten kann, wobei trotz variabler Generatordrehzahl technischer Wechsel- bzw. Drehstrom mit konstanten Daten erzeugt wird. Die Antriebsmaschine kann eine Windturbine, eine unregelmäßig arbeitende Wasserturbine ohne mechanische Leitvorrichtung, eine herkömmliche Serienpumpe, eine Pumpe mit

Leitapparat usw. sein. Trotz schwankender Primär-Antriebsleistung bzw. schwankenden Wasserdargebots werden durch die erfindungsgemäße Anpassung der Turbinendrehzahl bei veränderlichem Druckgefälle und veränderlichen Durchflußmengen in weitem Bereich optimale Wirkungsgradwerte erreicht. Beispielsweise senkt eine Herabsetzung der Turbinendrehzahl das Schluckvermögen, und zwar ohne größeren Abfall des Wirkungsgrades, weil sich die Fallhöhe beibehalten bzw. stabilisieren läßt. Die vom Generator gelieferte Leistung kann in ein Verbundnetz eingespeist oder z.B. in Anlagen gemäß der DE-PS 31 51 185 im Inselnetz verbraucht werden.

Gemäß Anspruch 2 besteht eine wichtige Weiterbildung im Anschluß eines Mikroprozessors, der einerseits mit Meßeinrichtungen der Antriebsmaschine sowie des Generators und andererseits mit einer Regelanordnung verbunden ist, um die Drehzahl-Nachführung der Antriebsmaschine zu regeln. Laut Anspruch 3 kann der Mikroprozessor mit verschiedenen Meßumformern verbunden sein, so daß Einflußgrößen wie Staudruck bzw. Fallhöhe, Turbinen-Kennlinie und -Istdrehzahl, Generator-Momentanleistung usw. eingegeben und verarbeitet werden können. Der Mikroprozessor errechnet die unter den momentanen Bedingungen optimale Drehzahl und bewirkt an der Antriebsmaschine die entsprechende Drehzahl-Nachführung. Der Mikroprozessor kann gemäß Anspruch 4 einen Dreipunktregler aufweisen, dessen Ausgang Stellpulse zur schrittweisen Erhöhung oder Absenkung der Drehzahl liefert. Das Steuerprogramm kann vor Ort in einen Festwertspeicher (EPROM) eingelesen, also an die örtlichen Verhältnisse angepaßt werden.

Ist eine Inselnetz-Versorgung vorgesehen, so eignet sich die Ausgestaltung gemäß Anspruch 5, wobei eine Regelanordnung gemäß der DE-PS 31 51 851 Verwendung finden kann. Der erzeugte frequenz- und spannungsvariable Drehstrom wird in wenigstens einem Heizelement eines Wärmespeichers anteilig verheizt; über einen rotierenden oder statischen Wechselrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis erfolgt die Inselnetz-Versorgung mit frequenz-

und spannungskonstantem Drehstrom. Man erkennt, daß die vom Generator gelieferte elektrische Energie sich auf Heizung und Inselnetz verteilt, wobei letzteres durch die Regelanordnung vorrangig versorgt wird.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 6 sieht die Verwendung eines Drehstrom-Nebenschlußgenerators vor, so daß Generator und Regelanordnung in einer Baueinheit vereinigt sind. Der Stellmotor des Nebenschlußgenerators wird von dem Mikroprozessor gesteuert. Dies erlaubt eine Drehzahlregelung im Verhältnis 3 : 1; die Bürstenkränze des läufergespeisten Drehstrom-Kommutatormotors können gegeneinander auf einfache Weise verstellt werden, um die Phasenlage der abgegriffenen Spannung zu verändern. Bei treibender Last erfolgt sowohl unter- als auch übersynchron der Übergang vom Motor- in den Generatorbetrieb, d.h. ohne Umschaltung, so daß eine Nutzbremmung mit Rückspeisung ins Netz stattfindet. Die gewonnene elektrische Energie kann daher mit konstanter Frequenz und konstanter Spannung an das Verbundnetz geliefert werden. Wiederum wird die jeweilige Drehzahl-Nachführung durch die Stellbefehle des Mikroprozessors geregelt.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht gemäß Anspruch 7 darin, daß die Regelanordnung ein stufenlos stellbares Getriebe mit veränderlicher Eingangsdrehzahl und konstanter Ausgangsdrehzahl aufweist bzw. bildet. Hierbei kann eine unregelte Pumpenturbine Verwendung finden, und der Mikroprozessor führt einer Stalleinrichtung für das stufenlose Getriebe die erforderlichen Stellbefehle für die jeweils optimale Übersetzung zu.

Für noch eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Stromerzeugungsanlage ist laut Anspruch 8 vorgesehen, daß die Regelanordnung einen insbesondere statischen bidirektionalen Frequenzumsetzer aufweist, der an einen zwischen Mikroprozessor und Generator geschalteten Komparator angeschlossen ist. Diese

Anordnung gestattet es, die weit fortgeschrittene Umrichter-technik auszunutzen, so daß eine zuverlässige Regelung in besonders großem Drehzahlbereich bewirkt wird.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

- Fig. 1 ein Schema einer Stromerzeugungsanlage mit Regelanordnung für Inselnetz-Versorgung,
- Fig. 2 ein Schema einer Anlage mit Drehstrom-Nebenschlußgenerator für Verbundnetz-Speisung,
- Fig. 3 ein Schema einer Anlage mit stufenlos regelbarem Getriebe
- Fig. 4 ein Schema einer Anlage mit Frequenzumsetzer-Regelung und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Stromerzeugungsanlage mit Wasserturbine und Drehstrom-Nebenschlußgenerator.

Im Schema der Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel mit einer Antriebsmaschine A dargestellt, die von Primärenergie getrieben wird und z.B. eine Wasserturbine sein kann. Mit ihr steht ein Generator $G_{3\sim}$ in Antriebsverbindung. Dieser Drehstromgenerator speist eine Regelanordnung 12 mit einem Wärmespeicher 14, der Heizelemente 16 aufweist. Außerdem steht der Ausgang des Drehstromgenerators mit einem Gleichstrom-Zwischenkreis 38 in Verbindung, der einen Wechselrichter 40 beaufschlagt. Letzterer gibt ausgangsseitig eine auf konstante Frequenz und konstante Amplitude eingeregelter Spannung an ein Drehstrom-Inselnetz I ab.

Kernstück der Anlage ist ein Mikroprozessor 30, der von einem (nicht dargestellten) Kennliniengeber K und einem (ebenfalls nicht gezeichneten) Druck-Meßumformer 32 Eingabedaten erhält. Ein an der Antriebsmaschine A vorgesehener Drehzahl-Meßumformer und ein am Generator $G_{3\sim}$ angeordneter Leistungs-Meßumformer 36 liefern weitere Meßdaten an den Mikroprozessor 30. Dieser steuert nach einem vorgebbaren Programm die Regelanordnung 12. Diese teilt in der insgesamt mit 10 bezeichneten Anlage die erzeugte

Leistung einerseits auf die Heizelemente 16 des Wärmespeichers 14, andererseits über den Umrichter 38/40 auf die Versorgung des Inselnetzes I auf, wobei letztere durch entsprechende Ausgestaltung der Regelanordnung 12 Vorrang erhält.

Bei dem in Fig. 2 veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist die Regelanordnung mit dem Drehstromgenerator zu einer Baueinheit vereinigt. Letzterer ist als Drehstrom-Nebenschlußgenerator 44 ausgebildet, dessen (nicht gezeichneter) Stellmotor unmittelbar vom Ausgang des Mikroprozessors 30 gesteuert wird. Die erzeugte elektrische Leistung kann örtlich verbraucht und/oder in ein Verbundnetz V eingespeist werden.

Bei der Anordnung gemäß Fig. 3 steht die Antriebsmaschine, die eine ungeregelte Pumpenturbine sein kann, mit einem stufenlos regelbaren Getriebe 48 in Antriebsverbindung, das abtriebsseitig mit dem Generator $G_{3\sim}$ verbunden ist. Der Mikroprozessor 30, welcher wiederum von Meßumformern 32, 34, 36 Eingabedaten bezüglich Druck, Drehzahl und Leistung bekommt, steuert über ein (nicht gezeichnetes) Stellglied das Getriebe 48 an, dessen Eingangsdrehzahl n_1 veränderlich ist, während die Ausgangsdrehzahl n_2 konstant bleibt. Der Generator ist als Drehstrom-Asynchronmaschine ausgebildet und kann seine Leistung in ein Verbundnetz V einspeisen.

Noch eine andere Anordnung ist in Fig. 4 schematisch veranschaulicht. Diese Ausführungsform der Anlage 10 sieht als Antriebsmaschine A eine ungeregelte Turbine vor, die mit einem Drehstrom-Asynchrongenerator $G_{3\sim}$ antriebsverbunden ist. An diesem ist ein Drehzahl-Meßumformer oder Tachogenerator 34 angebracht. Dessen Signal wird in einem Komparator 52 mit einem Signal verglichen, das vom Ausgang eines vom Drehstromgenerator beaufschlagten Frequenzumsetzers 50 abgenommen wird. Letztere steht über einen Treiberbaustein 54 mit dem Mikroprozessor 30 in Verbindung. Außerdem ist ein durchstimmbarer Oszillator 56 vorgesehen, der einerseits mit dem Komparator 52,

andererseits mit dem Mikroprozessor 30 in Verbindung steht. Die am Ausgang zu einem Verbundnetz erzeugte Leistung wird mittels Stromwandlern in einem Meßumformer 36 erfaßt und dem Mikroprozessor 30 gemeldet. Dessen Stellbefehle wirken über den Treiberbaustein 54 auf den Frequenzumsetzer 50 ein, durch den eine Regelung in besonders weitem Drehzahlbereich möglich ist.

Das Schema der Fig. 5 zeigt die Anordnung einer erfindungsgemäße Anlage 10 als Laufwasser-Kraftwerk. Vom Oberwasser O gelangt die Zulaufmenge durch ein Druckrohr 42 zur Antriebsmaschine A, die eine Wasserturbine ohne Leitapparat ist. Sie treibt einen drehzahlvariablen Drehstrom-Nebenschlußgenerator 44, der Energie an ein Verbundnetz V liefert. Die Regelung erfolgt wiederum mittels des Mikroprozessors 30, der mit einem Dreipunktregler 60 versehen ist. Die Eingabedaten kommen von einem Druck-Meßumformer 32, der oberwasserseitig am Druckrohr 42 angebracht sein kann, ferner vom Drehzahl-Meßumformer 34 am Generator 44 und, an dessen Spannungsausgang, über einen Stromwandler von einem Leistungs-Meßumformer 36. Der Mikroprozessor 30 steuert den Stellmotor 46 des Drehstrom-Nebenstromgenerators 44. Die Durchflußmenge gelangt in das Unterwasser U. Man erkennt, daß die Fallhöhe gleich dem Abstand zwischen Oberwasser- und Unterwasserspiegel ($= O - U$) ist. Der Regelungsvorgang vollzieht sich prinzipiell nach Art der Anordnung von Fig. 2.

Der Mikroprozessor 30 kann aus einer preisgünstig gefertigten Leiterkarte mit Festwertspeicher bestehen. Vorzugsweise dient als Druck-Meßumformer 32 ein piezoelektrischer Wandler mit integrierter Elektronikschaltung; der zu erfassende Druck- bzw. Fallhöhenbereich wird in ein entsprechend kalibriertes Stromsignal von 0 bis 20 mA umgesetzt. Zur Erfassung der Turbinendrehzahl dient ein entsprechender Meßumformer 34 mit vergleichbarem Signal-Strombereich. Der Leistungs-Meßumformer 36 benötigt je Netzphase einen Stromeingang. Auch hier wird zweckmäßig eine Ausführung gewählt, welche die Drehstrom-Gesamtleistung zwischen

0 und ihrem Maximalwert in ein entsprechendes Stromsignal von 0 bis 20 mA umformt. Hierzu stehen Ausführungsformen für gleichbelastete Dreileitersysteme und für ungleich belastete Vierleitersysteme zur Verfügung. Bei der Einspeisung in ein Verbundnetz V hat man ein symmetrisch belastetes Dreileitersystem, wobei der Nulleiter zur Vermeidung von Flickererscheinungen nicht angeschlossen sein darf; der Meßumformer benötigt nur den Stromanschluß von einer Netzphase. Bei der Versorgung durch Inselnetz I ist ein unsymmetrisch belastetes Vierleitersystem zu verwenden, mit je einem Stromeingang des Leistungs-Meßumformers 36 für jede Netzphase.

Zur Erläuterung der Arbeitsweise der Anlage 10 sei nachfolgend vom geregelten Zustand ausgegangen, so daß die Turbine A die bei gegebener Fallhöhe und Durchflußmenge maximal mögliche Leistung liefert. Der Rechner 30 registriert den fallhöhenproportionalen sowie den leistungsproportionalen Eingangsstrom in festen Zeitabständen. Aufeinanderfolgende Meßwerte werden verglichen. Übersteigen die Abweichungen der laufenden Druckmeßwerte eine vorgegebene Toleranzschwelle, so wird das eigentliche Regelprogramm abgerufen. Druckanstieg, d.h. gesteigerte Wasserzufuhr, verursacht die Ausgabe zeitgestaffelter Stellbefehle zu entsprechender Drehzahl-Erhöhung. Schluckvermögen und Turbinenleistung steigen, bis das Leistungsmaximum überschritten wird. Nun wird die Drehzahl bis zum gespeicherten Höchstwert herabgesetzt und beibehalten. In analoger Weise werden bei Druckabfall bzw. Wassermangel Stellbefehle zur Drehzahl-Senkung abgegeben, bis auch in diesem Falle die optimale Leistung erreicht ist.

Die Erfindung ist in entsprechender Weise anwendbar, wo einphasiger Wechselstrom genügt, so daß in den beschriebenen Ausführungsbeispielen der Drehstromgenerator $G_{3\sim}$ bei vereinfachtem Schaltungsaufwand durch einen Wechselstromgenerator ersetzt wird.

In den Rahmen der Erfindung fällt es ferner, daß nicht nur die Antriebsmaschine A rechnergeführt drehzahlregelbar sein muß, sondern bedarfsweise auch der Generator entsprechend geregelt werden kann. Auch in diesem Falle ist der Mikroprozessor 30 mit Vorteil einsetzbar. Auch können, wo erwünscht, Analog-/Digital-Wandler und andere elektronische Bausteine verwendet werden. An zweckmäßiger Stelle kann ein Nullpunkt-Erfasser angeordnet werden.

Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile der Erfindung, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Legende P 449

A	Antriebsmaschine (Turbine)
G(3 _v)	Generator
K	Kennliniengeber
I	Inselnetz
V	Verbundnetz
O	Oberwasserspiegel
U	Unterwasserspiegel
n ₁	Getriebe-Eingangsdrehzahl
n ₂	Getriebe-Ausgangsdrehzahl
10	Stromerzeugungsanlage
12	Regelanordnung
14	Wärmespeicher
16	Heizelemente
30	Mikroprozessor
32	Druck-Meßumformer
34	Drehzahl-Meßumformer
36	Leistungs-Meßumformer
38	Gleichrichter/Gleichstrom-Zwischenkreis
40	Wechselrichter
42	Druckrohr
44	Drehstrom-Nebenschlußgenerator
46	Stellmotor
48	stufenlos stellbares Getriebe
50	Frequenzumsetzer
52	Komparator
54	Treiberbaustein
56	Oszillator
60	Dreipunktregler

P 449 1/3

3438893

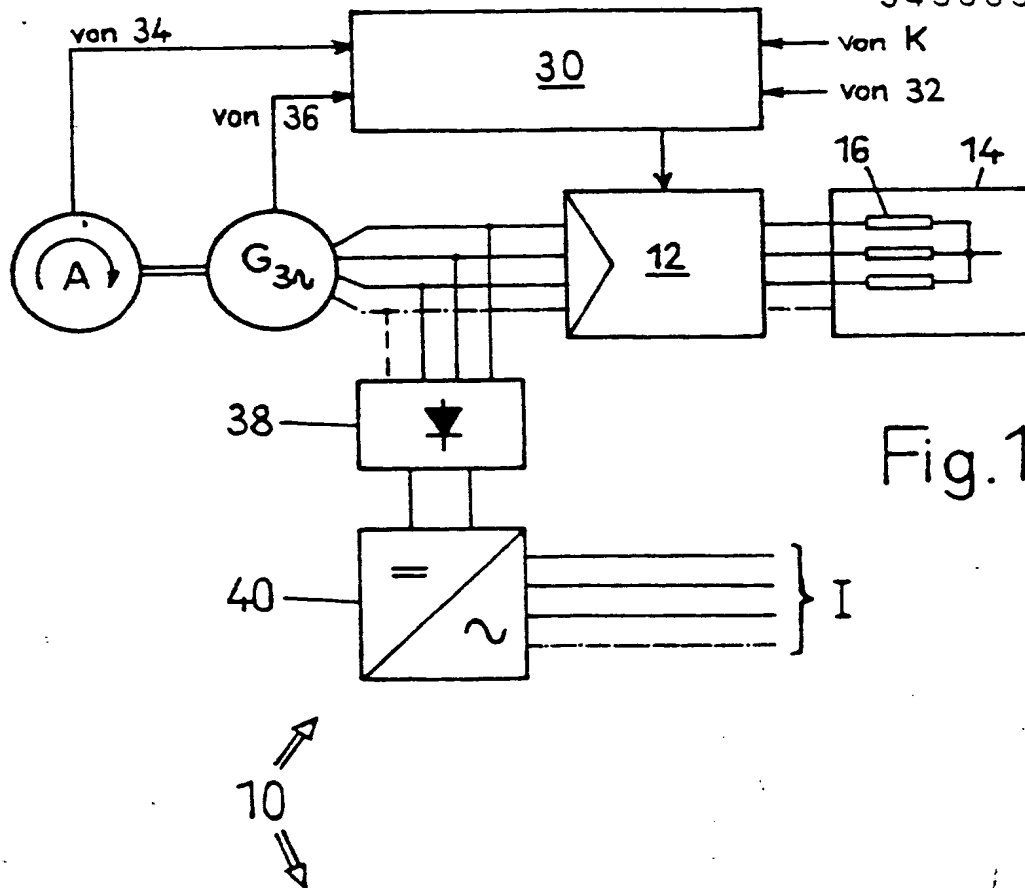


Fig.1

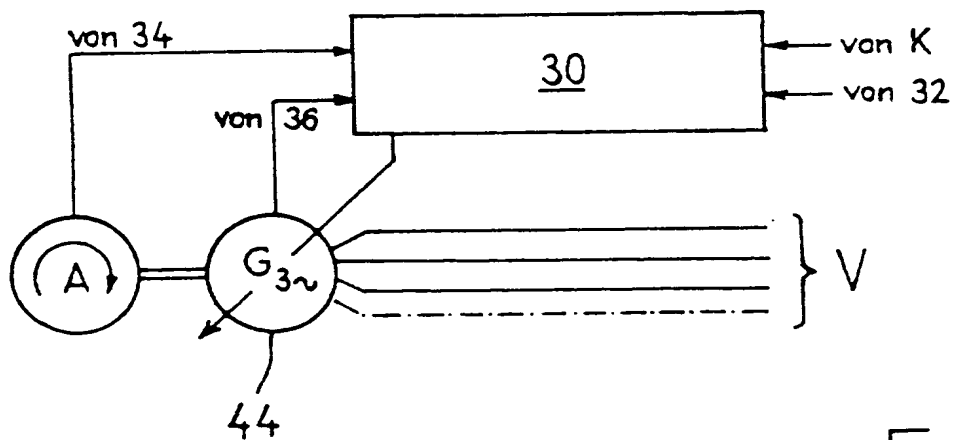
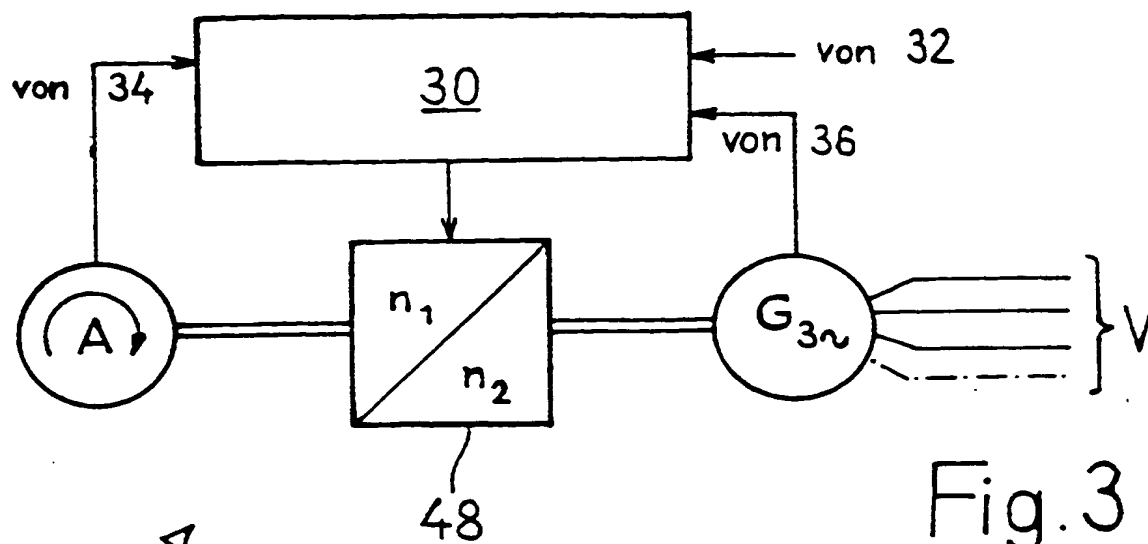


Fig. 2



10 ↗
↘

